1907

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Gießen.

Zur Methodik der Chloroformbestimmung in tierischen Geweben.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

veterinär-medizinischen Doktorwürde

der

vereinigten medizinischen Fakultät

der

Großherzoglich Hessischen Ludwigs-Universität zu Gießen

vorgelegt von

Albert Möller

approb. Tierarzt aus Dissen (Hannover).

Gießen 1907.

Brühl'sche Univ.-Buch- und Steindruckerei. R. Lange, Gießen

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Gießen.

Zur Methodik der Chloroformbestimmung in tierischen Geweben.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der

veterinär-medizinischen Doktorwürde

der

vereinigten medizinischen Fakultät

der

Großherzoglich Hessischen Ludwigs-Universität zu Gießen

vorgelegt von

Albert Möller

approb. Tierarzt aus Dissen (Hannover).

Gießen 1907.

Brühl'sche Univ.-Buch- und Steindruckerei. R. Lange, Gießen

Gedruckt mit Genehmigung
der vereinigten medizinischen Fakultät.
Referent: Prof. Dr. Geppert.

Schmiedeberg hat vor 40 Jahren die Methode für die Bestimmung des Chloroforms in tierischen Geweben angegeben, die auch heute noch, dem Prinzip nach, die herrschende ist. Er entzog dem Blut das Chloroform durch einen Luftstrom und bestimmte es in einer Vorlage.[1]) Pohl[2]), der im wesentlichen nach der gleichen Methode arbeitete, zog auch andere Organe in seine Untersuchung hinein, vor allem das Gehirn. Es ergab sich dabei, daß man bei langer Luftdurchleitung alles Chloroform, das man im Kontrollversuch zugesetzt hatte, wieder erhält. Gumtow[3]) nahm im Pharmakologischen Institut zu Gießen diese Untersuchungen wieder auf und fand, daß für eine vollkommen genaue Bestimmung bestimmte Bedingungen eingehalten werden müssen. Es darf nämlich die Menge des zu untersuchenden Organs keine zu große sein. Als z. B. in einem Versuch 215 g Leber und 115 mg Chloroform verwandt wurden, fehlten bei der Bestimmung 33 mg Chloroform. Allerdings kam bei diesen Ergebnissen noch ein anderer Punkt in Frage. Pohl hatte bei seinen Kontrollversuchen das Chloroform als solches dem Organbrei zugesetzt. Gumtow aber in wässeriger Lösung. Der Grund für diese Versuchsanordnung ist, daß sich sonst die Verhältnisse beim Kontrollexperiment anders stellen können, als beim Tierexperiment. Denn bei diesem strömt das Chloroform den Organen ebenfalls in wässeriger Lösung zu. Ferner ist eine gleichmäßigere Durchdringung eines Or-

[1]) Schmiedeberg: Über die quantitative Bestimmung des Chloroforms im Blute und sein Verhalten gegen dasselbe. Dissert. Dorpat 1867. Archiv d. Heilkunde 1867.

[2]) Pohl: Über Aufnahme und Verteilung des Chloroforms im tierischen Organismus. Archiv für exp. Pathol. u. Pharmakologie. Bd. 28.

[3]) Gumtow: Über den Chloroformgehalt der Organe während der Narkose. Dissert. Gießen 1904.

ganbreies möglich, wenn das Chloroform von vornherein in gelöster Form zugesetzt wird, was wiederum den Verhältnissen im Tierkörper entspricht. Endlich besteht die Gefahr, daß bei Zusatz reinen Chloroforms ein Teil ungelöst bleibt, der sich im Luftstrom leicht verflüchtigen und so eine zu leichte Entgasung vortäuschen würde. Auf der andern Seite würden die Organmengen, die mit dem reinen Chloroform in Berührung gewesen waren, vielleicht zu stark durchtränkt sein, andere dafür gar nicht. Die Versuche Gumtow's wurden durch Hölscher[1]) und Günther[2]) bestätigt. Sie arbeiteten mit geringeren Organmengen und einem Chloroformgehalt, wie er nach den vorliegenden Untersuchungen während der Narkose zu erwarten war. Sie fanden z. B. bei Anwendung von 39 g Gehirn und 0,03 g Chloroform alles Chloroform wieder, ebenso bei Anwendung von 20 g Gehirn und 0,027 g Chloroform oder von 40 g Leber und 0,028 g Chloroform und von 40 g Niere und 0,030 g Chloroform. Das Maximum des Verlustes betrug 1 Milligramm. Dieselben Ergebnisse erhielten sie für Blut.

Indes ganz einwandsfrei waren auch diese Kontrollversuche noch nicht. Denn der Organbrei, der dafür verwandt war, enthielt, da er nur durch eine Fleischhackmaschine hergestellt war, immer noch Stücke von einiger Größe, die sehr gut mehrere Millimeter im Durchmesser betragen können. Es entstand nun die Frage, ob sie vom Chloroformwasser auch wirklich ganz durchtränkt worden waren. War es nicht der Fall, so entsprachen die Bedingungen denen im Tierexperiment nicht hinreichend, und stellten sich für eine vollkommene Entgasung zu günstig, da Stücke das Chloroform viel fester halten, als eine Lösung. Auf eine solche Möglichkeit wiesen nun auch Versuche

[1]) Hölscher: Der Chloroformgehalt von Blut und Gehirn während der Narkose. Dissert. Gießen 1906.

[2]) Günther: Der Chloroformgehalt von Blut und Leber und Niere während der Narkose. Dissert. Gießen 1906.

von Sturhan[1]) hin. Er untersuchte, wie sich nach der geschilderten Methode chloroformhaltige Ölemulsionen entgasen lassen und fand, daß, bei geringem Ölgehalt eine vollkommene Entgasung stattfindet, bei größerem aber etwas zurückgehalten werden kann. Damit war die Möglichkeit gegeben, daß auch unter solchen Verhältnissen die Größe des Öltröpfchens eine Rolle spielt.

Unter diesen Umständen mußte zunächst nach einer Versuchsanordnung gesucht werden, die für das Kontrollexperiment möglichst gleiche Verhältnisse schafft wie für das Tierexperiment, und ferner erschien es wünschenswert, auch größere Chloroformmengen als bisher für diese Kontrollen zu verwenden. Denn die Möglichkeit liegt unter diesen Verhältnissen vor, daß der Chloroformgehalt der Gewebe während der Narkose größer ist, als nach den bisherigen Versuchen angenommen wurde.

Um eine möglichst vollkommene Durchdringung des Gewebes mit dem Chloroformwasser zu ermöglichen, wurde zunächst eine feine Emulsion hergestellt. Zu dem Zweck wurde das Organ in einer Fleischhackmaschine zerkleinert und dann in abgemessener Menge mit dem mehrfachen Quantum Wasser in einer sehr kräftig wirkenden Schüttelmaschine geschüttelt. Sie bestand aus einem Schlitten, in den die Flasche mit dem Gewebe eingespannt wurde und der durch einen Motor etwa 500 mal in der Minute hin und her bewegt wurde, wobei jede Exkursion etwa 8 cm beträgt. Die Schüttelung wird etwa eine halbe Stunde fortgesetzt, dabei zerfällt das Gewebe in sehr feine Teilchen. Das Gehirn löst sich z. B. in eine milchartig aussehende Flüssigkeit auf. Leber und Niere zerfallen in ähnlicher Weise, wenngleich die vollkommene Emulgierung hier auf einige Schwierigkeiten stößt, die sich indes beseitigen ließen, als die Organe mehrfach durch die Fleischhackmaschine hindurch geschickt und die Schüttelung längere

[1]) Sturhan: Über die Bindung des Chloroforms im Blut. Dissert. Gießen 1907.

Zeit fortgesetzt wurde. Der entstandenen Emulsion wird dann das Chloroform in abgemessener Menge (s. die genaue Beschreibung weiter unten) zugesetzt und nochmals in der Schüttelmaschine geschüttelt. Dann bleibt das Ganze einige Zeit stehen, um vor der Analyse einer nochmaligen kräftigen Schüttelung unterzogen zu werden. Bei solcher Präparation kann man wohl annehmen, daß die feinen Teilchen, aus denen eine solche Emulsion besteht, in der Tat gleichmäßig vom Chloroformwasser durchdrungen werden.

Diese so bereitete Organemulsion wird nunmehr durch einen Luftstrom vom zugesetzten Chloroform wieder befreit und das Chloroform in ihm bestimmt. Zu dem Zweck leiteten Schmiedeberg und Pohl die Luft durch Röhren mit glühendem Kalk oder glühender Magnesia. Dort zersetzte sich das Chloroform und wurde als Chlorid bestimmt. Diese Methode hat einige Unbequemlichkeiten zur Folge, die namentlich bei Verarbeitung fester Organe, wie Leber oder Gehirn hervortreten. Denn man muß den Luftstrom sehr lange hindurchleiten, um alles Chloroform wieder zu erhalten, und man muß daher das Rohr eventuell Tage lang in Glut halten. Daher absorbierte und bestimmte Gumtow das Chloroform in Alkohol, Hölscher und Günther in Olivenöl und Sturhan in Paraffinum liquidum. Das letztere Verfahren hat sich als das handlichste herausgestellt. Sturhan verfuhr dabei in folgender Weise:

Das Paraffin wurde mit der doppelten Menge Alkohol geschüttelt und dann zentrifugiert; der Alkohol klärte sich dabei vollkommen, wurde oben abgesaugt und dieses dreimal wiederholt, worauf die Alkoholmengen vereint und am Rückflußkühler $^1/_2$ Stunde lang mit 25 ccm 3 % Natrium alkoholats gekocht wurden, um das Chloroform zu verseifen. Dann wurde der Alkohol abdestilliert, der Rest mit Wasser verdünnt, schwach angesäuert und mit Petroläther zur Entfernung der Paraffinreste ausgeschüttelt. Der Petroläther wird mit Wasser gewaschen, dieses der ursprünglichen Flüssigkeit zugesetzt und alles dann zur vollständigen Verflüchtigung des Petroläthers aufgekocht. Zum

Schluß wurde mit chlorfreier Natronlauge gegen Phenolphtaleïn und Lackmus neutralisiert und darauf nach Zusatz von chromsaurem Kali als Indikator mit $^1/_{10}$ Normal-Silbernitratlösung tritriert. Sturhan hat mit dieser Methode folgende Kontrollversuche angestellt:

1. Angewandtes Chloroform 0,0254 g, Verlust 0,001 g,
2. Angewandtes „ 0,0241 g, Verlust 0,0021 g,
3. Angewandtes „ 0,0072 g, Verlust 0,0006 g,
4. Angewandtes „ 0,03 g, Verlust 0,0002 g,
5. Angewandtes „ 0,0306 g, Verlust 0,000 g.

Demnach läßt sich nach diesem Verfahren sämtliches Chloroform quantitativ wiedergewinnen.

Es fragt sich nun zunächst, ob diese Methode zu vereinfachen und insbesondere das darin zur Anwendung gelangte Zentrifugieren zu umgehen ist. Ferner, ob dieses Verfahren auch zur Bestimmung größerer Mengen von Chloroform anzuwenden ist, da Sturhan nur relativ kleine Chloroformmengen verwandt und nie über Gewichtsmengen von 30 mgr bei seinen Untersuchungen hinausgegangen ist.

Ehe ich an diese Versuche heranging, habe ich das Chloroform in alkoholischer Lösung bestimmt und zwar in Verhältnissen, wie sie späterhin bei meiner Arbeit zu erwarten waren. Es wurde dabei nach den auch sonst schon im pharmakologischen Institut zu Gießen angewandten Methoden verfahren: Aus einem dünnen Glasrohr wird ein feines, kurzes Kapillarröhrchen gezogen, in der Mitte zu einer kleineren Ausbuchtung aufgeblasen, an einem Ende zugeschmolzen und darauf mit Chloroform gefüllt. Zu diesem Zweck wird es in ein mit Chloroform versehenes Reagenzglas geworfen, das kurz erhitzt und dann abgekühlt wird. Dies wird solange wiederholt, bis sämtliche Luft aus der Kapillare vertrieben und an ihre Stelle Chloroform getreten ist. Vor und nach der Füllung wird die Kapillare genau gewogen, wobei die Differenz der Wägung die Menge des Chloroforms ergibt. Das auf diese Weise mit Chloroform gefüllte Röhrchen wird in einen mit Alkohol beschick-

ten Erlenmeierschen Kolben geworfen, und vorsichtig mit einer Quetschzange oder einem Glasstab zertrümmert, sodaß sich das Chloroform im Alkohol löst. Von einer alkoholischen Natronlauge, die 3% Natriummetall und einige Prozent Wasser enthält, werden 15 ccm hinzugesetzt und das ganze eine halbe Stunde auf dem Rückflußkühler gekocht. Darauf wird der Alkohol abdestilliert und der Rückstand weiterhin wie oben beschrieben behandelt und der Titrierung mit Silbernitrat unterzogen. Verwandt wurden jedesmal 100 ccm 95% Alkohol.

A. Vorversuche.

Versuch I.

Angewandtes Chloroform	0,030	
Gefundenes Chloroform .	0,0296	[7,4 ccm $^1/_{10}$ Normal-Silberitratlösung]
Verlust	0,0004 g.	

Versuch II.

Angewandtes Chloroform	0,0189	
Gefundenes Chloroform .	0,0188	[4,7 ccm $^1/_{10}$ N.S.L.]
Verlust	0,0001 g.	

Versuch III.

Angewandtes Chloroform	0,013	
Gefundenes Chloroform .	0,013	[3,25 ccm $^1/_{10}$ N.S.L.]
Verlust	0,000 g.	

Versuch IV.

Angewandtes Chloroform	0,041	
Gefundenes Chloroform .	0,0408	[10,2 ccm $^1/_{10}$ N.S.L.]
Verlust	0,0002 g.	

Versuch V.

Angewandtes Chloroform	0,0244	
Gefundenes Chloroform .	0,0244	[6,1 ccm $^1/_{10}$ N.S.L.]
Verlust	0,0000 g.	

Man sieht also, daß man bei diesen Versuchen das gesamte Chloroform quantitativ wieder erhält.

Nunmehr ging ich dazu über, das Chloroform in Paraffinum liquidum zu bestimmen, wobei ich, wie oben bemerkt im allgemeinen den Gang der Sturhanschen Methode beibehielt, jedoch mehrere Vereinfachungen derselben eintreten ließ. Das Verfahren gestaltete sich folgendermaßen: Das mit Chloroform versetzte Paraffin wird in einer Flasche mit eingeschliffenem Stopfen mit dem doppelten Quantum 95 % Alkohols in der Schüttelmaschine etwa zwei Minuten lang geschüttelt und dann in einen Scheidetrichter gebracht. Das Paraffin setzt sich ziemlich schnell klar unten ab, während milchiggetrübter Alkohol darüber stehen bleibt. Das Paraffin wird abgezogen und dann noch ein- bezw. zweimal mit Alkohol geschüttelt usw. (Bei Mengen über 40 mgr Chloroform ist die dritte Ausschüttelung erforderlich.) Die trüben Alkoholmengen werden vereint, mit 6 ccm 3% Natriumalkoholats versetzt und eine halbe Stunde lang am Rückflußkühler gekocht. Der Alkohol wird darauf abdestilliert, der Rückstand in etwa 100 ccm Wasser gelöst und bis zur sauren Reaktion mit Salpetersäure versetzt, worauf diese Lösung zweimal mit etwa der gleichen Menge gereinigten Petroläthers in der Schüttelmaschine geschüttelt und in den Scheidetrichter gebracht wird. Die unten befindliche, etwas getrübte, das Chlornatrium enthaltene Lösung wird abgezogen, der Petroläther zwei bis dreimal mit etwas Wasser ausgeschüttelt und dieses dann mit der übrigen wässerigen Lösung vereint. Eine am Grunde des Petroläthers auftretende blasige, manchmal etwas schmutzige Ausscheidung wird im Scheidetrichter zurückgelassen. Die wässerige Lösung wird nunmehr eingedampft, mit chlorfreier Natronlauge gegen Phenolphtaleïn und Lackmus neutralisiert, bis auf etwa 50 ccm Flüssigkeit eingedampft und nach Zusatz von chromsauren Kali als Indikator mit $^1/_{10}$ Normal-Silbernitratlösung titriert.

Hinsichtlich der Einzelheiten der Methoden ist zu bemerken, daß ich die Ausschüttelung mit Alkohol sehr ener-

gisch und zwar in der Schüttelmaschine vornahm. Wie aus meinen daraufhin angestellten Versuchen (Vers. VI, VII, auch VIII) hervorgeht, genügt für jede Ausschüttelung des Paraffins die doppelte Menge Alkohol (in unserem Falle bei 40 g Paraffin also 80 ccm Alkohol) und eine Schüttelzeit von je zwei Minuten. Ferner reicht bei relativ kleinen Mengen Chloroform, wie sie Sturhan bei seinen Versuchen angewandt hat, ein zweimaliges Ausschütteln mit Alkohol aus, während bei Mengen von 40 mg und darüber dieses Verfahren ungenaue Resultate ergibt und die dritte Ausschüttlung nötig wird.

Eine weitere Frage war, wie weit sich ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit der Methode die anzuwendende Natriumalkoholatmenge reduzieren läßt, da ein großer Gehalt an Natronlauge am Schluß bei der Titrierung störend einwirkt, indem das entstandene salpetersaure Natrium die Schärfe des Farbenumschwungs von gelb nach rot beeinträchtigt. Während von Sturhan 25 ccm verwandt wurden, gebrauchte ich bei meinen ersten Versuchen 15 ccm 3% Natriumalkoholate, fand jedoch bald, daß man bis auf einen Zusatz von 6 ccm heruntergehen kann, ohne, wie Versuch VIII und sämtliche folgenden beweisen, irgend eine Änderung des Resultats dadurch herbei zu führen; doch ist es zu empfehlen, bei besonders großen Chloroformmengen (100 mg und darüber) 7 bis 10 ccm 3% Natriumalkoholats in Anwendung zu bringen.

Den nach dem Verdunsten des Alkohols bleibenden Rückstand habe ich in Wasser gelöst und angesäuert, wobei das noch darin enthaltene Paraffin in feinsten Tröpfchen in der wässerigen Lösung suspendiert ist. Um es zu entfernen, wird die Lösung zweimal mit Petroläther in der Schüttelmaschine ausgeschüteltt. Eine dabei sich bildende grauweiße oder manchmal dunkelbraune blasige Ausscheidung, die im Scheidetrichter oben über der wässerigen Lösung am Grunde des Petroläthers schwimmt, wird beim Abziehen im Trichter zurückgelassen. Durch die Schütte-

lung mit dem Petroläther wird die wässerige, ursprünglich milchig getrübte Flüssigkeit fast ganz klar und zeigte nur noch eine ganz schwache Opalescenz. Durch weiter fortgesetzte Petrolätherausschüttelungen habe ich auch diese zumeist entfernen können; es liegt jedoch kein Grund zur Vornahme dieses Verfahrens vor, da, wie meine sämtlichen Versuche beweisen, diese Trübung nicht stört. Als ich in einem Falle versuchte, die Trübung durch Filtrieren zu beseitigen, was mir auch vollkommen gelang, erhielt ich ein ungenaues Resultat, indem Chlornatriumspuren auf dem Filter trotz Auswaschens zurückgehalten wurden; denn als ich den Niederschlag vom Filter abspritzte und für sich untersuchte, konnte ich hierbei genau die mir bei diesem Versuch verloren gegangene Chlornatriummenge nachweisen (Vers. X).

Das Paraffin habe ich stets in einer Menge von 40 g angewandt. Da nun das Paraffin des Handels mit fremden Bestandteilen verunreinigt sein kann, so habe ich es vor seiner Anwendung einem Reinigungsprozeß unterworfen, indem ich entweder das früher gebrauchte Paraffin in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade erhitzte, um den Alkohol zu vertreiben, oder dadurch, daß ich das käufliche Paraffin mit der gleichen Menge 95 % Alkohols und dem fünften Teil 3 % Natriumalkoholats eine Stunde lang auf dem Rückflußkühler erhitzte, in einen Scheidetrichter brachte und nach dem Absetzen die alkoholische Natronlauge für sich abzog. Das zurückbleibende Paraffin wurde mehrfach mit Wasser geschüttelt, dieses abgezogen und darauf das Paraffin nach nochmaliger Ausschüttelung mit Alkohol abgezogen, in eine Porzellanschale gebracht und solange auf dem Wasserbade erhitzt, bis eine Probe im Reagenzglase auch nach vollkommener Abkühlung klar blieb. Derartig behandeltes Paraffin setzt sich gleich gut ab und hat den Vorzug, daß die bei den Petrolätherausschüttelungen entstehenden blasigen Ausscheidungen geringer werden und sich besser absetzen.

Nach dem Vorhergehenden mußte zunächst unter-

sucht werden, ob alles dem Paraffinum liquidum zugesetzte Chloroform sich durch diese Methode nachweisen läßt. Ehe ich jedoch an diese Arbeit ging, habe ich untersucht, ob Paraffin in der geschilderten Weise behandelt Stoffe an den Alkohol abgibt, die Chloroform vorzutäuschen imstande sind. Es wurden 40 ccm Paraffin der Untersuchung unterzogen und dabei keine mit Silbernitrat reagierende Substanzen gefunden. Demnach darf man Paraffin unbedenklich als Absorptionsmittel verwenden.

B. Versuche mit Paraffinum liquidum.

Diese Versuche wurden in der Weise angestellt, daß 40 g Paraffin in einem kleinen Erlenmeierschen Kolben gebracht und dann das Chloroform in Tropfen zugesetzt wurde. Vor und nach dem Zusetzen des Chloroforms wurde der Kolben auf einer Bunge'schen Präzisionswage gewogen.

Versuch VI.

3 Tropfen Chloroform, 15 ccm 3% Natriumalkoholats. 2 mal mit Alkohol ausgeschüttelt.

Angewandtes Chloroform	0,043
Gefundenes Chloroform .	0,0422
Verlust	0,0008 g.

Versuch VII.

Wie Versuch VI.

Angewandtes Chloroform	0,0554
Gefundenes Chloroform .	0,0544
Verlust	0,001 g.

Versuch VIII.

1 Tropfen Chloroform, 6 ccm 3 % Natriumalkoholats. 2 mal mit Alkohol ausgeschüttelt.

Angewandtes Chloroform	0,020
Gefundenes Chloroform .	0,020
Verlust	0,000 g.

Versuch IX.

3 Tropfen Chloroform, 6 ccm Natriumalkoholat. 2 mal mit Alkohol ausgeschüttelt.

Angewandtes Chloroform	0,0646
Gefundenes Chloroform .	0,0588
Verlust	0,0058 g.

Versuch X.

3 Tropfen Chloroform, 6 ccm Natriumalkoholat. 2 mal mit Alkohol ausgeschüttelt. Stark angesäuert nach der Destillation.

Angewandtes Chloroform	0,0545
Gefundenes Chloroform .	0,0536
Verlust	0,0009 g.

Versuch XI.

3 Tropfen Chloroform, 8 ccm Natriumalkoholat. 2 mal mit Alkohol ausgeschüttelt, 2 mal die wässerige Lösung filtriert.

Angewandtes Chloroform	0,0646
Gefundenes Chloroform .	0,0606
Verlust	0,0040 g.

Versuch XII.

3 Tropfen Chloroform, 7 ccm Natriumalkoholat. 2 mal mit Alkohol ausgeschüttelt.

Angewandtes Chloroform	0,0558
Gefundenes Chloroform .	0,054
Verlust	0,0018 g.

Versuch XIII.

a) 3 Tropfen Chloroform, 8 ccm Natriumalkoholat. 2 mal mit Alkohol ausgeschüttelt.

Angewandtes Chloroform	0,068
Gefundenes Chloroform .	0,06528
Verlust	0,00272 g.

b) Das abgezogene Paraffin wurde noch einer dritten Ausschüttlung unterzogen und diese untersucht:

Gefundenes Chloroform .	0,00264
Demnach im Ganzen gefunden	0,06792
Mithin Verlust	0,00008 g.

Versuch XIV.

3 Tropfen Chloroform, 6 ccm Natriumalkohalat. 3 malige Ausschüttlung.

Angewandtes Chloroform	0,0574
Gefundenes Chloroform .	0,0574
Verlust	0,0000 g.

Wie aus diesen Versuchen hervorgeht, erhält man bei genauer Anwendung des geschilderten Verfahrens alles Chloroform aus dem Paraffin wieder, falls man, wie oben erwähnt, bei relativ großen Chloroformmengen das Paraffin dreimal mit Alkohol ausschüttelt.

Ich ging nun dazu über zu untersuchen, mit welcher Genauigkeit sich Chloroform in tierischen Geweben bestimmen läßt. Meine Methode war, wie erwähnt, dem Prinzip nach die von Sturhan geübte, und sie gestaltete sich jetzt mit einigen Änderungen folgendermaßen:

Ein Luftstrom entzieht dem tierischen Gewebe das Chloroform und gibt es an Paraffinum liquidum ab. Um jedoch zu verhindern, daß unabsorbiertes Chloroform verloren geht, wird der Luftstrom vom Paraffin wieder dem Gewebe zugeführt, sodaß ein permanenter geschlossener Kreislauf entsteht. Die Zirkulation der Luft wird durch eine kleine Quecksilberpumpe A (siehe die Abbildung I)

mit zwei Ventilen B und F bewirkt. Das Gewebe befindet sich in einem Gefäß C, durch das die Luft hindurchzirkuliert. Dieses Gefäß bestand ursprünglich aus einem Erlenmeier'schen Kolben, der wie bei einer gewöhnlichen Spritzflasche mit einem von zwei Glasröhren durchbohrten Gummistopfen versehen war. Die längere der beiden Röhren reichte nicht bis in die Flüssigkeit hinein, da, wenn Luft durch eiweißhaltige Flüssigkeit hindurchgeht, ein sehr lästiges Schäumen eintritt. Um aber eine hinreichende Berührung des Gewebes mit der Luft zu ermöglichen, wird die Flasche durch einen Motor agitiert, sodaß die Wand der Flasche stets mit neuen Flüssigkeitsschichten überspült wird. Späterhin erwies es sich als praktisch, den Spritzflaschenstopfen durch eine andere Konstruktion zu ersetzen, welche den Gebrauch weiterer Röhren bei relativ engem Flaschenhals ermöglicht (siehe die Abbildung II). Ein T-Rohr (T_1) wird zu dem Zweck mit seinem einen paaren Schenkel vermittelst eines Gummistopfens g_2 fest in die Flasche C eingesetzt. Senkrecht durch das Rohr hindurch geht eine Glasröhre a, die unten dicht über der Flüssigkeit in der Flasche mündet und oben durch einen Gummistopfen g_1 luftdicht in das T-Rohr eingesetzt ist. Durch die innere Glasröhre a tritt die Luft in die Flasche ein und durch den unpaaren, wagerechten Schenkel k des T-Rohres T_1 wieder aus. Mit diesem ist ein U-Rohr D (s. Abbildung I) verbunden, das den Zweck hat, eventuell übergehenden Schaum aufzufangen, was übrigens nach Anwendung des geschilderten T-Rohres kaum noch nötig war. Nach Durchströmung dieses U-Rohres geht die Luft zum Absorptionsapparat. Er bestand anfangs aus einem senkrecht stehenden, unten geschlossenen Glasrohr, das mit Paraffin teilweise gefüllt und mit einem Stopfenverschluß und zwei Röhren, wie bei einer Spritzflasche, versehen war, sodaß die Luft durch das Paraffins hindurchging. Doch zeigte es sich späterhin wünschenswert, diese Konstruktion durch eine andere zu ersetzen, die ein leichteres Erneuern des Paraffins ermöglichte (siehe die Abbildung III).

In ein T-Rohr T_2 ist, wie oben beschrieben, ein Gummistopfen g_5 mit Glasrohr e eingesetzt. Durch dieses tritt die Luft ein. Unten ist über dieses T-Rohr ein Gummistopfen g_6 gezogen, an den ein weites, unten geschlossenes Glasrohr c angesetzt wird. In diesem weiteren Glasrohr steht ein engeres ebenfalls unten geschlossenes Glasrohr b frei. Es ist etwa zu einem Drittel mit Paraffin gefüllt. Das Rohr e ragt bis auf seinen Boden, so daß die Luft durch das Paraffin hindurchperlt. Will man das Paraffin wechseln, so zieht man das Rohr c von seinem Stopfen ab, und das innere Rohr b folgt von selbst. Man kann es nun leicht durch ein anderes ersetzen, und hat dann Zeit, das herausgenommene Paraffinrohr sorgfältig zu entleeren, nachzuspülen etc., was bei der Zähflüssigkeit des Paraffins notwendig ist. Die Luft tritt aus dem Absorptionsapparat durch den unpaaren Schenkel f des T-Rohres aus, und strömt zum Einlaßventil der Pumpe F und von da zur Quecksilberpumpe A. Diese besteht aus einem T-Rohr T_1, das an einem Stativ s so befestigt ist, daß der unpaare Schenkel d des Rohres senkrecht mit der Mündung nach unten steht. Er ist etwa 15 cm lang. Ueber ihn ist ein gläserner, etwas weiterer, gegen 20 cm langer und mit Quecksilber gefüllter Zylinder Z von unten her gezogen. Senkt man letzteren, so wird Luft in das T-Stück eingesogen, hebt man ihn so wird sie wieder ausgestoßen. Die beiden Quecksilberventile sind so gebaut, daß man auch während des Ganges des Apparates den Quecksilberspiegel leicht heben oder senken kann. Sie sind folgendermaßen konstruiert: Ein U-Rohr, wie man es zur Absorption bei Verbrennungen braucht, wird zu einem Drittel mit Quecksilber gefüllt. Der eine Schenkel wird außerdem mit Wasser gefüllt und oben durch einen Gummistopfen luftdicht verschlossen, während die kleine Seitenröhre durch einen kurzen Schlauch mit Klemme abgeschlossen wird. Der andere Schenkel des U-Rohres ist ebenfalls durch einen Gummistopfen verschlossen, durch den eine in das Quecksilber eintauchende Glasröhre hindurchgeht. Durch letztere strömt die Luft beim Einlaß-

ventil F ein, beim Auslaßventil B aus. Saugt man nun etwas Wasser aus dem Ventil durch das Seitenrohr heraus, so sinkt der Quecksilberspiegel, fügt man Wasser hinzu, so hebt er sich. Vom Auslaßventil geht die Luft mittelst Rohr- und Schlauchverbindung zu der Stöpselflasche C zurück. Die Bewegung dieser Flasche, ebenso wie das Heben und Senken der Quecksilberpumpe wird in der Weise bewirkt, daß ein Elektromotor einen Exzenter G treibt, und dieser mittelst seiner Verbindung h und i die in 2 Lagern ruhende Achse H um etwa 90° hin- und herdreht. An der Achse befindet sich ein Gestell I, an dem die Stöpselflasche C befestigt ist, sodaß auch diese bewegt und ihr Inhalt hin- und hergeschüttelt wird. Das Gestell I verlängert sich nach oben hin um etwa 5 cm. Von seiner Spitze läuft über eine feste Rolle R ein Faden k zum unteren Zylinder Z der Quecksilberpumpe. Daher wird durch die Bewegung der Achse bezw. des Gestells der Quecksilberzylinder der Pumpe sich heben und senken. Die Luft wird dadurch in dem geschlossenen Rohrsystem fortbewegt und durch die Stöpselflasche hindurchgetrieben.

Bei meinen Versuchen machte die Pumpe 64 Hube in der Minute, und das Paraffin, das stets in einer Menge von 10 ccm zur Verwendung gelangte, nahm in der Vorlage etwa eine Höhe von 10 cm an.

Es fand eine äußerst lebhafte Zirkulation der Luft statt, sodaß das Paraffin kräftig von der durchströmenden Luft emporgewirbelt wurde.

Zunächst kontrollierte ich nun, ob sich vermittelst dieses Apparates eine in Wasser gelöste Chloroformmenge quantitativ wiedergewinnen läßt.

In die Flasche wurde zu dem Zweck 200 ccm destilliertes Wasser getan und in einem Kapillarröhrchen das Chloroform zugesetzt. Das Paraffin wurde zuerst alle 1½ bis 2, später 2 bis 3 Stunden erneuert und solange Luft durch den Apparat geleitet, bis die letzte Paraffinprobe kein Chloroform mehr ergab. Nur in einzelnen Fällen, wo schon alles Chloroform zurückerhalten und anzunehmen war, daß

weitere Entgasung nichts mehr von Bedeutung ergeben würde, wurde davon Abstand genommen.

Um mich auch davon zu überzeugen, daß im Apparat während der langen Entgasungsdauer nirgends Stoffe (z. B. aus dem Gummi usw.) gebildet werden, die bei der Untersuchung Reaktionen mit Silbernitrat ergeben, habe ich vorerst einen Versuch ohne Chloroformzusatz, indem ich die Flasche nur mit Wasser beschickte, gemacht. Es ergab die Untersuchung nach 15stündigem Gang des Versuches ein vollkommen negatives Resultat.

C. Versuche mit Wasser.

a) im Erlenmeierschen Kolben.

Versuch XV.

Zu 200 ccm Wasser in einem Erlenmeierschen Kolben wird das Chloroform in einem Kapillarröhrchen zugesetzt und letzteres darauf mit einer Zange zerquetscht.

4 Paraffinvorlagen, die jedesmal nach 1½ Stunden gewechselt wurden.

Gesamtlüftungsdauer = 6 Stunden.

Angewandtes Chloroform	0,0712
Gefundenes Chloroform .	0,0568
Verlust	0,0144 g.

Versuch XVI.

Wie der vorige Versuch, jedoch länger entgast.

4 Paraffinvorlagen mit je 1½ Stunden Entgasungsdauer = 6 Stunden ergaben 0,04456 g Chloroform,

2 Paraffinvorlagen mit je 3 Stunden Entgasungsdauer = 6 Stunden ergaben 0,0010 g Chloroform.

Eine weitere Vorlage von 4 Stunden ergab kein Chloroform mehr.

Angewandtes Chloroform	004605
Gefundenes Chloroform .	0,04605
Verlust	0,00000 g.

Versuch XVII.

Wie Versuch XVI.

4 Paraffinvorlagen zu je $2^1/_2$ Stunden = 10 Stunden ergaben 0,088 g Chloroform.

Zwei weitere Vorlagen von zusammen 6 Stunden ergaben kein Chloroform mehr.

Angewandtes Chloroform	0,0885
Gefundenes Chloroform .	0,088
Verlust	0,0005 g.

Versuch XVIII.

Wie die Versuche XVI und XVII.

Je 2 Ausschüttlungen zur Probe für sich untersucht.

2 Paraffinvorlagen zu je $1^1/_2$ Stunden = 3 Stunden ergaben 0,06168 g Chloroform,

2 Paraffinvorlagen zu je $1^1/_2$ Stunden = 3 Stunden ergaben 0,01688 g Chloroform,

2 Paraffinvorlagen zu je 3 Stunden = 6 Stunden ergaben 0,01120 g Chloroform,

2 Paraffinvorlagen zu je 3 Stunden = 6 Stunden ergaben 0,000 g Chloroform.

Angewandtes Chloroform	0,0925
Gefundenes Chloroform .	0,08976
Verlust	0,00274 g.

Versuch XIX.

Wie Versuch XVIII.

2 Paraffinvorlagen zu je $1^1/_2$ Stunden = 3 Stunden ergaben 0,03812 g Chloroform,

2 Paraffinvorlagen zu je 3 Stunden = 6 Stunden ergaben 0,01152 g Chloroform,

1 Paraffinvorlage zu 3 Stunden ergab 0,00220 g Chloroform,

1 Paraffinvorlage von 4 Stunden ergab nichts mehr.

Angewandtes Chloroform	0,053
Gefundenes Chloroform .	0,05184
Verlust	0,00116 g.

Versuch XX.

Mit 2 hintereinander geschalteten Paraffinvorlagen.

Beide Vorlagen nach je 2 Stunden 3 mal gewechselt.

Entgasungsdauer also = 6 Stunden.

Angewandtes Chloroform	0,069
Gefundenes Chloroform .	0,0632
Verlust	0,0058 g.

Versuch XXI.

Wiederum mit 2 hintereinander geschalteten Paraffinvorlagen.

Die nach 2, weiteren $2^1/_2$ und weiteren $2^1/_2$ St. = 7 Stunden gewechselten Vorlagen ergaben 0,0044 g Chloroform.

Die beiden Vorlagen, nochmals gewechselt, nach $4^1/_2$ Stunden ergaben 0,0018 g Chloroform

Entgasungsdauer = $11^1/_2$ Stunden.

Angewandtes Chloroform	0,067
Gefundenes Chloroform .	0,0662
Verlust	0,0008 g.

b) in dunkler Stöpselflasche:

Versuch XXII.

Wieder mit einer Paraffinvorlage. Braune Flasche mit eingeschliffenem Stöpsel. Das Chloroformröhrchen angeritzt und durch Schütteln der Flasche in der Schüttelmaschine zertrümmert.

4 Paraffinvorlagen zu $1^1/_2$, $1^1/_2$, 2, 2 St. = 7 Stunden ergaben 0,0572 g Chloroform

2 Paraffinvorlagen zu je 3 St. = 6 Stunden ergaben 0,0008 g

Entgasungsdauer also = 13 Stunden.

Angewandtes Chloroform	0,058
Gefundenes Chloroform .	0,058
Verlust	0,000 g.

Versuch XXIII.

Wie Versuch XXII.

4 Paraffinvorlagen zu 1, 2, 2, $2^1/_2 = 7^1/_2$ Stunden ergaben 0,07088 g Chloroform.

2 Paraffinvorlagen zu 3 u. $3^1/_2$ St. $= 6^1/_2$ Stunden ergaben 0,0048 g Chloroform.

Eine weitere Vorlage von 6 Stunden ergab nichts mehr.

Angewandtes Chloroform	0,07575
Gefundenes Chloroform .	0,07568
Verlust	0,00007 g.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß man Chloroform, das dem Wasser zugesetzt war, vollkommen genau bestimmen kann, falls man einige Vorsichtsmaßregeln befolgt, auf die ich nunmehr zu sprechen komme.

Was zunächst die Versuchsdauer anbetrifft, so dürfte im allgemeinen eine Entgasungsdauer von 10 bis 12 Stunden genügen, wird doch selbst bei relativ großen Mengen von 88,5 mg (Vers. XVII) nach zehnstündiger Luftdurchleitung alles Chloroform quantitativ wiedergewonnen. Bei sechsstündiger Entgasung fehlte, wie der erste Versuch (XV) beweist, noch eine Menge von 14 Milligramm Chloroform.

Wenn ich ursprünglich (Vers. XVIII—XXI) auch bei langer Dauer der Entgasung kleinere Verluste von 1 bis 3 mg. bekam, so lag das daran, daß bei der oben beschriebenen Art der Chloroformbeschickung des Wassers es sich nicht vermeiden ließ, daß während des Zerquetschens der Kapillare, das bei geöffneter Flasche stattfinden mußte, etwas Chloroform durch Verdunstung verloren ging. Ferner zersetzte sich auch eine geringe Menge Chloroform infolge der langen Lichteinwirkung während der Entgasung, und es ließ sich z. B. bei Versuch XIX Salzsäure in dem zurückbleibenden Wasser nachweisen. Daher ersetzte ich späterhin den Erlenmeierschen Kolben, den ich bislang zur Aufnahme des zu untersuchenden Gemisches gebraucht hatte, durch eine braune Flasche mit eingeschliffenem Glasstöpsel. In dieser Flasche zerquetschte ich nicht mehr die Kapillare

mit der Zange, sondern zertrümmerte das Röhrchen, das ich zur Vorsicht vor der Wägung angeritzt hatte, durch kräftiges Schütteln des Gefäßes in der Schüttelmaschine. Nach 10 bis 15 Minuten war in allen Fällen das Röhrchen ausreichend zerkleinert, ohne daß ich befürchten mußte, durch Verdunstung Chloroform verloren zu haben.

Hinsichtlich der praktischsten Art der Verwendung des Paraffins wurden folgende Versuche gemacht: Zunächst arbeitete ich nur mit einer Paraffinvorlage, später auch mit zwei hintereinandergeschalteten (Vers. XX und XXI) und zwar in der Hoffnung, dadurch eine schnellere Absorption zu erzielen. Es erwies sich dies jedoch als unpraktisch, da sich die Zeit der Entgasung auf diese Weise nicht verkürzen ließ. Beim ersten der beiden daraufhin angestellten Versuche (Vers. XX) entgaste ich probeweise z. B. nur 6 Stunden, wobei dann noch 5,8 mg Chloroform im Wasser zurückblieben. Bei Versuch XXI habe ich dann wieder 11 Stunden Luft durchgeleitet, die zweite Probe (von der 6. bis 11. Stunde) ergab dann noch eine Chloroformmenge von 1,8 mg, womit alles Chloroform zurückgewonnen war. Es waren demnach auch in diesem Falle 11 Stunden zur Entgasung des Wassers nötig. Es erwies sich daher am zweckmäßigsten, nur eine Vorlage zu nehmen und diese möglichst oft, besonders zu Beginn der Entgasung mit frischem Paraffin zu versehen.

Offenbar ist es ziemlich schwierig, die letzten Chloroformreste dem Wasser zu entziehen. Es bedarf also einer gewissen Schüttelzeit zur vollkommenen Entgasung des Wassers, und die Länge der Luftdurchleitung ist wesentlicher als eine zweite Vorlage. Für die Entgasung des letzten Restes ist das Vorhandensein von ganz chloroformfreiem Paraffin der hauptsächlichste Faktor, und es dürfte aus diesem Grunde die häufige Wechselung der Vorlage angezeigt sein.

Bewiesen ist also, daß man aus Wasser alles Chloroform auf diese Weise herausbekommt. Es fragt sich nun, ob es sich in tierischen Organen ebenso sicher wird bestimmen lassen.

Wie oben auseinandergesetzt, kam bei meinen Versuchen das Material in Form einer sehr feinen Emulsion in Wasser zur Analyse.

Das Chloroform wurde nach der Zerschüttlung der zerhackten Organe zugesetzt und zwar abgewogen im Kapillarröhrchen, welches dabei ebenso wie bei den letztgeschilderten Versuchen zertrümmert wurde.

D. Versuche mit tierischen Geweben.

Versuch XXIV.

40 g eines zerkleinerten Schweinegehirns wurden mit 150 ccm Wasser 15 Minuten lang in der Schüttelmaschine geschüttelt; darauf mit dem Chloroformröhrchen nochmals 15 Minuten geschüttelt und nach 15stündigem Stehen untersucht.

4 Paraffinvorlagen à 2 St. = 8 Stunden ergaben 0,079 g Chloroform

2 Paraffinvorlagen à 4½ St. = 9 Stunden ergaben 0,0044 g.

Eine weitere Vorlage zu 5 Stunden ergab nichts mehr.

Angewandtes Chloroform	0,084
Gefundenes Chloroform .	0,0834
Verlust	0,0006 g.

Versuch XXV.

Wie Versuch XXIV, ebenfalls Schweinegehirn. Nicht stehen gelassen; sofort untersucht.

5 Paraffinvorlagen zu 1½, 2, 3, 3, 3½ St. = 13 Stunden ergaben 0,0516 g Chloroform.

2 Paraffinvorlagen zu je 4 St = 8 Stunden ergaben 0,0036 g.

Angewandtes Chloroform	0,0555
Gefundenes Chloroform .	0,0552
Verlust	0,0003 g.

Versuch XXVI.

Wie Vers. XXV, von demselben Schweinegehirn. 42 Stunden stehen gelassen; in Fäulnis übergegangen.

5 Paraffinvorlagen zu $1^1/_2$, 2, 3, 3, $3^1/_2$ St. = 13 Stunden ergaben 0,0504 g Chloroform.

3 Paraffinvorlagen zu 2, 3, 3 St. = 8 Stunden ergaben 0,00304 g.

Angewandtes Chloroform	0,0535
Gefundenes Chloroform .	0,05344
Verlust	0,00006 g.

Versuch XXVII.

Kalbshirn. ½ Stunde geschüttelt, Chloroform zugesetzt und nochmals ½ Stunde lang geschüttelt. 30 Stunden (auf Eis) stehen gelassen und wiederum 10 Minuten geschüttelt.

6 Paraffinvorlagen zu $1^1/_2$, $1^1/_2$, 3, 3, 3, 4 St. = 16 Stunden ergaben 0,061 g Chloroform

3 Paraffinvorlagen zu je 3 St. = 9 Stunden ergaben 0,0008 g.

Angewandtes Chloroform	0,0618
Gefundenes Chloroform .	0,0618
Verlust	0,0000 g.

Versuch XXVIII.

Wie Versuch XXVII. Rindergehirn. 12 Stunden (auf Eis) gestanden.

6 Paraffinvorlagen zu $1^1/_2$, $1^1/_2$, 2, 2, 4, 4 St. = 15 Stunden ergaben 0,0304 g Chloroform.

2 Paraffinvorlagen zu je 4 St. = 8 Stunden ergaben 0,00158 g.

Eine weitere Vorlage von 5 Stunden ergab nichts mehr.

Angewandtes Chloroform	0,092
Gefundenes Chloroform .	0,09198
Verlust	0,00002 g.

Versuch XXIX.

Rindsleber; wie Versuch XXVII und XXVIII. Nicht gestanden.

6 Paraffinvorlagen zu 2, 2, 2, 3, 3, 4 St. = 16 Stunden ergaben 0,0988 g Chloroform.

4 Paraffinvorlagen zu je 3 St. = 12 Stunden ergaben 0,0056 g.

Angewandtes Chloroform	0,109
Gefundenes Chloroform .	0,1044
Verlust	0,0046 g.

Versuch XXX.

Schweineniere; wie Versuch XXVII und XXVIII. 15 Stunden auf Eis gestanden.

6 Paraffinvorlagen zu 2, 2, 2, 4, 4. 5 St. = 19 Stunden ergaben 0,07224 g Chloroform.

3 Paraffinvorlagen zu je 5 St. = 15 Stunden ergaben 0,0044 g.

Eine weitere Vorlage von 6 Stunden ergab nichts mehr.

Angewandtes Chloroform	0,079
Gefundenes Chloroform .	0,07664
Verlust	0,00236

Versuch XXXI.

Kaninchenleber; sehr gut in der Fleischhackmaschine durch mehrmaliges Bearbeiten zerkleinert. 1 Stunde lang mit Wasser geschüttelt, sodann mit dem Chloroformröhrchen 15 Min. geschüttelt. 20 Stunden gestanden und darauf nochmals 45 Minuten geschüttelt. Feine Emulsion.

6 Paraffinvorlagen zu 2, 2, 3, 3, 4, 4 St. = 18 Stunden ergaben 0,0864 g Chloroform.

3 Paraffinvorlagen zu je 4 St. = 12 Stunden ergaben 0,0058 g.

Eine weitere Vorlage von 6 Stunden ergab nichts mehr.

Angewandtes Chloroform	0,093
Gefundenes Chloroform .	0,0922
Verlust	0,0008 g.

Versuch XXXII.

Schweineniere; sehr gut zerkleinert. Wie Versuch XXXI. Ebenfalls feine Emulsion. 62 Stunden stehen gelassen; etwas in Fäulnis übergegangen.

6 Paraffinvorlagen zu 2, 2, 3, 3, 3, 4 = 17 Stunden ergaben 0,0676 g Chloroform.

4 Paraffinvorlagen zu je 4 St. = 16 Stunden ergaben 0,004 g.

Eine weitere Vorlage von 6 Stunden ergab nichts mehr.

Angewandtes Chloroform	0,072
Gefundenes Chloroform .	0,0716
Verlust	0,0004 g.

Die Resultate meiner Versuche sind in folgendem zusammengefaßt.

Tabelle der Organversuche.

Versuch No.	Material (Stets 40 gr. verwandt.)	Angewandtes Chloroform in gr.	Gefundenes Chloroform in gr.	Verlust in gr.	Entgasungsdauer in Stunden.	
24	Gehirn	0,084	0,0834	0,0006	17	Organbrei mit Chloroform 15 Stunden gestanden.
25	„	0,0555	0,0552	0,0003	21	
26	„	0,0535	0,05344	0,00006	21	42 Stunden gestanden, in Fäulnis übergegangen.
27	„	0,0618	0,0618	0,000	25	30 Stunden gestanden.
28	„	0,092	0,09198	0,00002	23	12 Stunden gestanden.

Versuch No.	Material (Stets 40 gr. verwandt.)	Angewandtes Chloroform in gr.	Gefundenes Chloroform in gr.	Verlust in gr.	Eingasungsdauer in Stunden	
29	Leber	0,109	0,1044	0,0046	28	Die Flüssigkeit enthielt noch einzelne Organstückchen von einigen Millimeter Durchmesser.
30	Niere	0,079	0,07664	0,00236	34	15 Stunden gestanden. (wie No. 29)
31	Leber	0,093	0,0922	0,0008	30	20 Stunden gestanden. Sehr stark zerkleinert und geschüttelt.
32	Niere	0,072	0,0716	0,0004	33	64 Stunden gestanden. Stark zerkleinert und geschüttelt.
33	Milch	0,057	0,0554	0,0016	32	Das Fett ballte sich zu Butter zusammen.

Uebersieht man die Resultate meiner Versuche, so ergiebt sich, daß sich aus dem Gehirn das zugesetzte Chloroform stets quantitativ wieder erhalten ließ. Dabei waren die zugesetzten Chloroformmengen sehr bedeutend, betrugen z. B. in Versuch XXIV 84 Milligramm und in Versuch XXVIII 92 Milligramm. Ferner ist es gleichgültig, ob die Gehirnemulsion, die zur Verwendung kam, sofort zur Analyse gelangte, oder 30 bis 40 Stunden stand. In Versuch XXVI war sie sogar in deutliche Fäulnis übergegangen, und doch enthielt sie noch die ganze, ursprünglich zugesetzte Chloroformmenge. Dieser Befund ist insofern von Belang, als ja die Analysen sich stets über eine größere Reihe von Stunden hinziehen, und an sich der Einwand gerechtfertigt ist, daß während dieser Zeit eine Chloroformzehrung im Organbrei eintreten könne. Fernerhin wird es bei Tierversuchen nicht immer möglich sein, sogleich das Gehirn zur

Untersuchung zu verwenden, falls der Analysenapparat durch Untersuchung des Blutes oder anderer Organe besetzt ist. Man wird dann die Gehirnemulsion stehen lassen können, ohne fürchten zu müssen, daß dadurch das Resultat beeinträchtigt wird.

Endlich ist noch darauf hinzuweisen, daß, theoretisch betrachtet, das Gehirn für den vorliegenden Zweck die am schwersten zu entgasende Substanz darstellt. Denn die Menge der chloroformlösenden Substanzen (Fette, Cholestearin etc.) ist in ihm eine sehr bedeutende. Trotzdem war die Entgasung eine vollkommene. Hier kommt offenbar in Betracht, daß es in eine sehr feine Emulsion aufgelöst war. Denn, wie eine solche ursprünglich die besten Garantien für eine vollkommene Durchdringung mit Chloroformwasser bietet, so ist sie auch für die Entgasung am günstigsten, da größere Stücke, falls sie gut mit Chloroform durchtränkt sind, es auch mit größerer Energie festhalten werden.

Etwas anders stellten sich zuerst die Versuche mit Leber und Niere. Bei der Leber fehlten im ersten Versuch (No. XXIX) von 109 Milligrammen zugesetzten Chloroforms 4,6 Milligramm. Wenn auch die Differenz nicht groß ist, so fiel sie doch nach den Gehirnversuchen auf. Bei näherer Betrachtung ergab sich nun, daß die Leber nicht in eine so feine Emulsion verwandelt war, wie das Gehirn. Es schwammen immer noch einzelne Stücke von einigen Millimetern (4—5 mm) Durchmesser in der Emulsion. Da es möglich erschien, daß diese das Chloroform hartnäckig festhielten, wurde im Versuch XXXI die Leber von Anfang an dreimal durch die Fleischhackmaschine geschickt und dann zwei Stunden in der Schüttelmaschine geschüttelt. Nunmehr erhielt ich, bei Zusatz von 93 Milligramm Chloroform in der Tat alles Zugesetzte wieder. Eine ähnliche, aber geringere Differenz erhielt ich bei der Niere. Hier fehlten von 79 Milligramm zugesetzten Chloroforms 2 mg. Auch hier zeigten sich kleinere Stücke (etwa 2 mm stark) in der Suspension. Daher wurde das Gewebe in Versuch XXXII wie die

Leber in Versuch XXXI behandelt und in eine sehr feine Emulsion verwandelt. Nunmehr gab auch sie ein vollkommen scharfes Resultat. Von 72 mg zugesetzten Chloroforms wurde alles wiedergefunden.

Ich habe dann noch (Versuch XXXIII) Milch mit Chloroform versetzt und in der beschriebenen Weise analysiert. Auch hier erhielt ich das zugesetzte Chloroform bis auf 1,6 Milligramm wieder. Der kleine Rest erklärt sich daraus, daß sich die Milch bei der Schüttelung ballte und Butter abgab. Der Versuch beweist aber, daß auch aus einer so stark fetthaltigen Emulsion, wie es die Milch ist, sich doch das Chloroform so gut wie vollkommen wiedergewinnen läßt.

Uebersieht man die Zeit, die nötig ist, um die hier in Betracht kommenden Entgasungen der Organe auszuführen, so ist sie recht bedeutend, und ging bis zu 34 Stunden. Offenbar halten die Gewebe das Chloroform recht fest. Die Hauptmasse des Chloroforms wird zwar in den ersten Stunden gewonnen, aber die letzten Reste erfordern eine lang dauernde Behandlung.

Fasse ich zum Schluß die Ergebnisse meiner Versuche kurz zusammen, so komme ich zu folgenden Resultaten:

1) Um genaue Chloroformbestimmungen in tierischen Organen ausführen zu können, müssen sie in ganz feine wässerige Emulsionen verwandelt sein.

2) Es ist eine sehr lange Luftdurchleitung erforderlich, um diesen Emulsionen alles Chloroform zu entziehen. Sie kann bis zu 30 Stunden dauern.

3) Die Absorption des den Geweben entzogenen Chloroforms durch Paraffinum li-

quidum ist bei Anwendung des geschilderten Apparates eine vollkommene.

4) Die Bestimmung des Chloroforms im Paraffinum liquidum ist quantitativ genau, wenn die bei der Ausschüttelung, Verseifung und Titrierung angegebenen Kautelen beachtet werden.

Zum Schluß gestatte ich mir, Herrn Professor Geppert meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

I.

Apparat zur Entgasung des Chloroforms.

A Quecksilberpumpe.
B Auslaßventil für die Luft.
C Flasche, die den Organbrei aufnimmt.
D Urohr, zum Auffangen des Schaums.
E Absorptionsapparat (in Abbildung III vergrößert).
F Einlaßventil für die Luft.
G Exzenter, durch einen Elektromotor getrieben.
H Achse, liegt in zwei festen Lagern.
J Gestell für die Flasche C.
R Rolle für die Schnur k.
T_1, T_2, T_3 = T-Röhren.
a Glasrohr, leitet die Luft in den Kolben C.
e Glasrohr, das die Luft in den Absorptionsapparat einführt.
f Querschenkel des T-Rohres am Absorptionsapparat.
d Senkrechter Schenkel des T-Rohres der Pumpe.
g_1—g_{16} Gummistopfen- und Schlauchverschlüsse.
h Kette, die vom Exzenter führt nach
i festes Metallband, das an der Achse befestigt ist.
k Schnur, die von dem oberen Ende des Gestells J zum Quecksilberzylinder der Pumpe führt.

II.

Apparat mit dem Organbrei.

C Flasche aus Abbildung I.
g_1, g_2 Kautschukstopfen.
a Glasrohr, das in Stopfen g_1 steckt, und in die Flasche C führt.
k Querschenkel des T-Rohres T_1.

III.

Absorptionsapparat.

f Querschenkel eines T-Stückes T_2.
e langes Glasrohr, das die Luft zuleitet, steckt oben in einem Kautschukstopfen g_5.
c weites, unten geschlossenes Glasrohr, das oben über den Stopfen g_6 gezogen ist.
b Rohr, teilweise mit Paraffin liquidum gefüllt.

Lebenslauf.

Am 22. Juli 1883 wurde ich, Albert Friedrich Wilhelm Möller, als Sohn des damaligen Ziegeleibesitzers, jetzigen Rentners Heinrich Möller zu Dissen, Kreis Iburg, Provinz Hannover, geboren. Nachdem ich zunächst bis zum 9. Lebensjahre die Elementar- und darauf die Rektoratschule meines Heimatortes besuchte, trat ich Ostern 1898 in die Obertertia des Realgymnasiums zu Quackenbrück ein und ging im folgenden Jahre an das städtische Realgymnasium zu Dortmund über, wo ich Ostern 1903 die Reifeprüfung bestand. Ich widmete mich nun dem Studium der Veterinärmedizin und besuchte während der ersten vier Semester die Tierärztliche Hochschule zu Stuttgart, wo ich Ende Juli 1904 die naturwissenschaftliche Prüfung ablegte, und von Ostern 1905 ab die Tierärztliche Hochschule zu Hannover, die ich am 6. Februar 1907 nach bestandener Fachprüfung verließ.

Nach der Approbation war ich kürzere Zeit als tierärztlicher Assistent in Düsseldorf a. Rh. und Mosbach i. B. tätig.

Fig. I

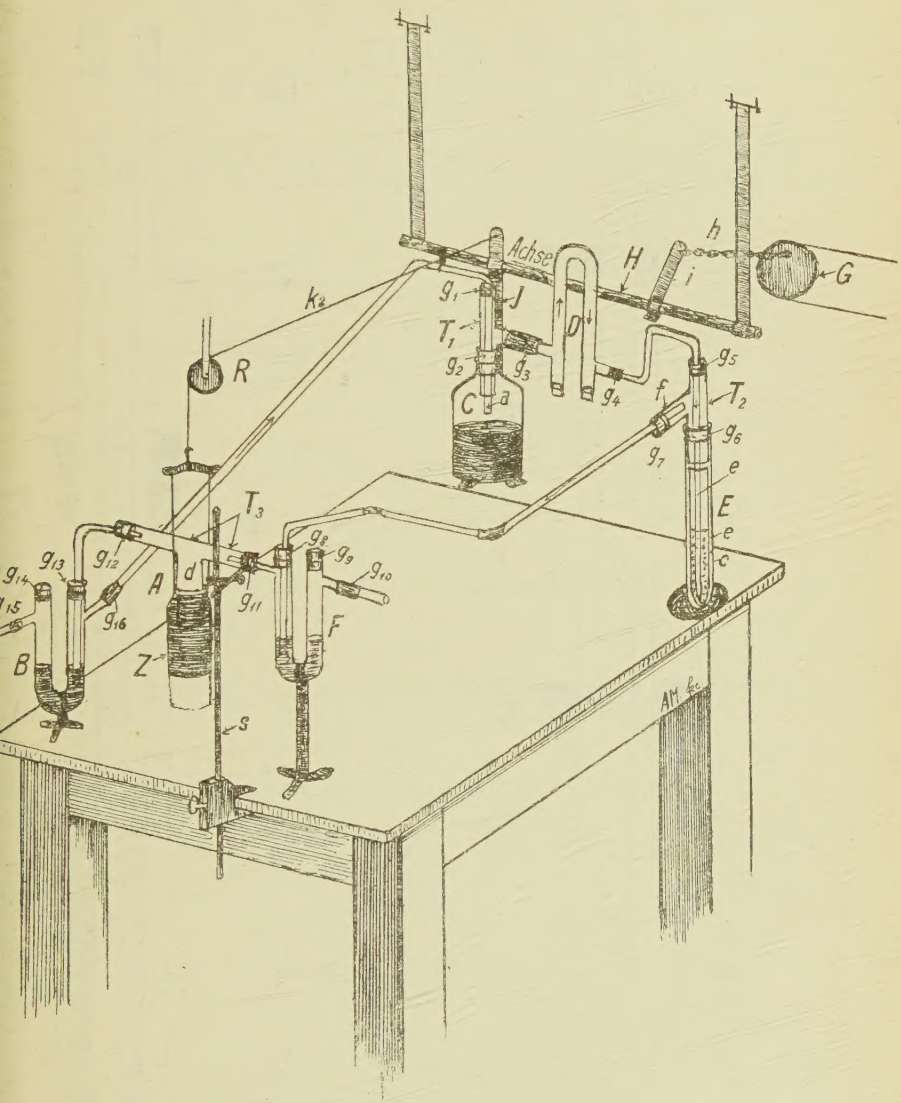
Achse
H
h
i
G
k_2
R
g_1
J
D
T_1
g_2
g_3
g_4
C
a
g_5
f
T_2
g_6
g_7
e
E
e
c
T_3
g_8
g_9
g_{10}
g_{11}
g_{12}
g_{13}
g_{14}
g_{15}
g_{16}
A
d
B
Z
F
S
AM fe

Fig. II

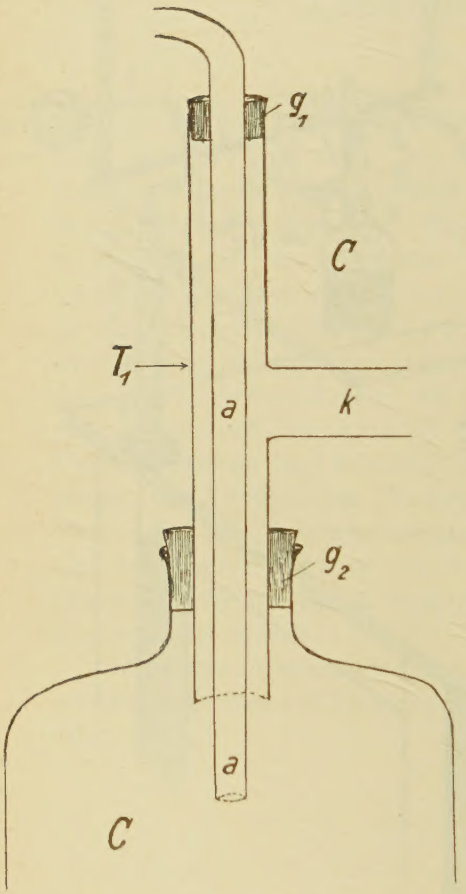
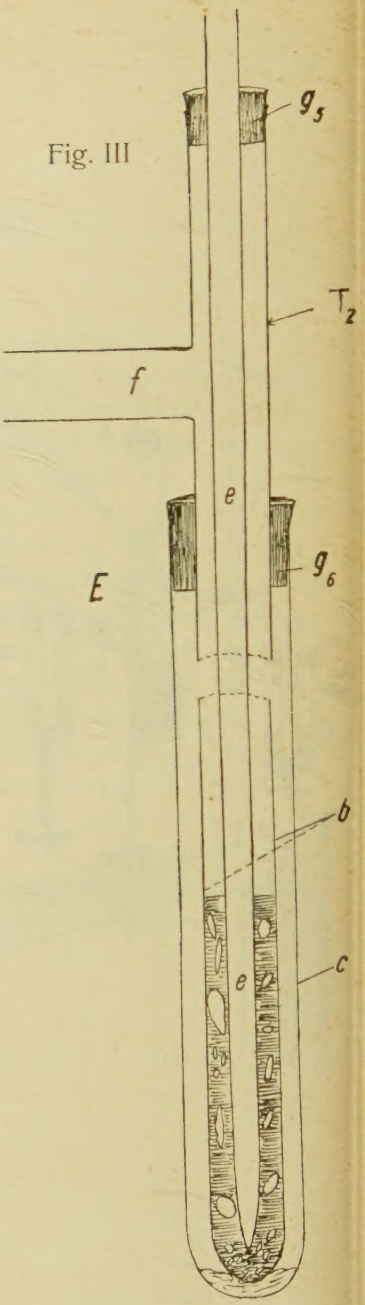
Fig. III